

# 굴삭기로 인한 재해분석 및 예방대책에 관한 연구

## The Study on the Accidents analysis and preventive measures from a excavator

이 용 수\* · 강 용 탁\* · 김 진 수\* · 김 창 은\*

Yong-Soo Lee\* · Yong-Tak Gang\* · Jin-Su Kim\* · Chang-Eun Kim\*

### Abstract

This study carried out the investigation about the actual conditions of the management, disaster analysis and safety awareness on excavator in one of construction equipment and tried to make it's preventive measures.

To achieve this, first of all, the accident of the internal Construction Industry process Investigation and Analysis, and then analyze an cause of accident based on it. Next, For the conditions of safety management conduct a survey to Investigation and Analysis and Propose preventive measures. The results of this study can be summarized as follows. 1st, Status of safety awareness and management of construction equipment tend to seek quickly and easily for the interests of sight. 2nd, Half the precincts of the equipment is causing major disaster. 3rd, The risk of excavator operation's indicators and drivers is so much potential. 4th, The preventive measures are needed for strengthening safety education, professional legal education, changes in safety awareness, the development of prevention system.

**Keywords:** Construction equipment, excavator, Cause of Accident, Safety Education ,Object detecting system.

---

\* 명지대학교 산업경영공학과

## 1. 서 론

1964년 산재보험제도 시행 이후 최근 10년간 산업현장의 재해발생현황 <표 1>을 보면 우리나라 산업재해는 재해율 0.7%에 머무르고 있다. 우리나라의 고도성장과 더불어 산업안전 보건 분야의 제도적인 면, 기술적인 면에서 많은 발전이 되고 있으나, 재해율은 매년 비슷하게 나타나고 있다. 그 중 건설현장 및 장비 재해가 높은 비중을 차지하고 있다. <표 2>와 같이 건설현장 중대재해 및 건설장비 중대재해 현황에서 가장 많이 발생하는 장비는 굴삭기이다. 본 연구에서는 굴삭기를 대상으로 굴삭기 장비로 인한 중대재해의 근본적인 위험요인을 찾아 재해예방방안을 연구하여 굴삭기로 인한 재해를 감소시키는 방안을 제시하여 향후 산업재해 예방에 기여를 하고자 한다. 자료는 2005년 5월부터 2006년 5월까지 대기업 건설회사 소속 15개 현장을 모집단 표본으로 굴삭기의 위험성평가 실시하였으며, 이를 통해 위험의 현 수준과 잠재위험을 도출하였다. 또한, 핵심원인인자를 제거하여 최적의 개선대안 제시를 통해 예방대책을 마련하였으며, 굴삭기의 위험성 평가를 위한 재해데이터를 분석실시, CTQ(핵심품질특성) 굴삭기 위험성평가 프로세스 선정을 통해 문제점 파악 및 목표수준을 선정하였다.

연구 범위는 굴삭기 초기투입부터 작업 종료 시까지인 가설공사, 토공사, 건축골조 및 부대토목공사 완료시까지로 정하였으며, 건축, 토목 직원 및 안전 관리자, 굴삭기 기사, 토공 협력사 관리자들이 참가하여 진행되었다. 1차 진행은 2006년 5월 까지였으며, 과제 종료 후의 시점인 2006년 1월~2010년 7월(현재)까지의 대기업 100여개 굴삭기 작업 현장의 개선안을 위한 추가 연구가 진행되고 있는 중이다. 본 연구는 한국산업안전보건공단의 건설기계별 중대재해사례(1999~2003년 재해) 중 굴삭기 78건과 2004~2006년 34건 및 2008년 15건의 중대재해 사례를 중심으로 실시되었다. 하지만, 대기업 건설회사 15개현장이 모두 공사금액 300억 원 이상인 현장을 대상으로 진행이 되었기 때문에 120억 원 이하의 소규모 건설현장의 위험성평가는 신규교육 시 대기업 경험이 없는 굴삭기 기사들을 대상으로 설문결과를 실시하여 측정하였다.

<표 1> 산재보험제도 시행 이후 최근 10년간 산업재해 발생현황.

(2009년 노동부 산업안전보건국)

연 도	근 로 자	재 해 자	재 해 율	사 망 자	부 상 자
'99	7,441,160	55,405	0.74	2,291	31,626
2000	9,485,557	68,976	0.73	2,528	43,727
2001	10,581,186	81,434	0.77	2,748	48,870
2002	10,571,279	81,911	0.77	2,605	48,762
2003	10,599,345	94,924	0.90	2,923	53,905
2004	10,473,090	88,874	0.85	2,825	44,255
2005	11,059,193	85,411	0.77	2,493	39,545
2006	11,688,797	89,910	0.77	2,453	39,746
2007	12,528,879	90,147	0.72	2,406	41,499
2008	13,489,986	95,806	0.71	2,422	47,741



(2009년 1월 산업안전보건공단)

<그림 1> 국내 건설현장 건설기계별 중대 재해

## 2. 굴삭기의 재해사례 및 안전

### 2.1. 건설현장 굴삭기 재해사례

<표 2>의 건설현장 중대재해현황을 보면 건설장비재해가 11%를 차지하고, 그 중 굴삭기의 재해비율이 33.1%로 가장 높다는 것을 알 수 있다. <그림 1>의 '2008년 1년간 국내 건설현장 건설기계별 중대재해 건수'를 보면 굴삭기가 15건으로 가장 높게 나타났다으며, 이를 하인리히의 1:29:300의 법칙으로 해석하면 중대재해 15건이 발생되기 위해서는 연간 사고의 건수는 15건\*330회 = 4,950회가 된다는 것을 알 수 있다.

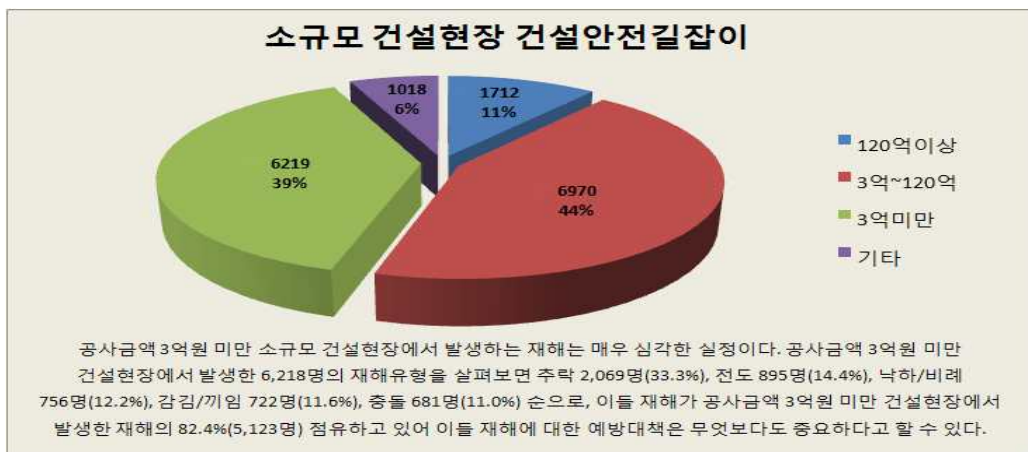
이를 통해보면, 2008년 12월 현재 굴삭기의 국내 등록대수인 110,312대는 연간 22대 당 1대의 비율로 잠재사고가 발생할 수 있다고 추정할 수 있다. 또한, <그림 2>의 공사금액별 재해자수 현황을 살펴보면 공사비 120억 미만의 현장은 중대재해비율이 83%(39%+44%)인 것을 감안할 때 굴삭기사고는 연간 전체평균 22대 중 1대인 것에 대해 6대당 1대의 비율로 잠재사고가 나타날 것이다. <표 4>의 굴삭기 유형별 중대재해 현황에서는 굴삭기로 인한 중대재해건수는 연간 12.5건이 발생하고 있으며, 경상이상 재해는 362.5건이 발생한다고 추정할 수 있다. <표 3>의 굴삭기 중대재해 주요 원인 추출을 통해(2004년까지 78건과 굴삭기 재해와 2005년부터 2009년까지 28건 포함) 주변근로자들의 중대재해가 많고, 장비반경 내 근로자 통제와 굴삭기의 주용도 외 작업으로 인한 재해가 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

<표 2> 최근 1999~2003년 건설현장 및 장비중대재해 현황 (2004년, 산업안전보건 공단)

구분	1999	2000	2001	2002	2003	계	비율	
건설현장 중대재해 (건수)	378	409	504	517	287	2,096		
장비 중대재해 (11%)	타워크레인	4	1	2	3	6	16	6.7%
	이동식크레인	10	7	17	24	11	69	29.2%
	리프트	7	5	7	3	2	24	10.2%
	천공기, 향타기	1	1	1	2	0	5	2.1%
	굴삭기	13	9	23	19	14	78	33.1%
	롤러	2	4	4	4	3	17	7.2%
	기 타	5	6	8	5	3	27	11.5%
장비 소 계	42	33	62	60	39	236		

<표 3> 굴삭기 중대재해 주요 원인 추출

순위	원인	사례수	세부내용
1	주용도 이외의 용도로 사용	45	-굴삭기로 자재 인양중 낙하 -굴삭기로 자재운반 중 낙하 -H-BEAM 인양 중 이탈 -근로자 버켓탑승 및 하부작업 버켓탈락 등
2	건설기계작업반경 내 근로자 출입	37	-후진하는 굴삭기에 충돌 -작업중 버켓에 작업자 충돌, 버켓 안전핀 미설치 탈락 -굴삭기와 건물사이에 협착 등
3	작업계획 미작성	12	-법면 선단부 침하되면서 굴삭기 전도 등
4	작업지휘자 및 유도자 미배치	12	-후진하는 굴삭기 충돌 등
합계	작업지휘자 및 유도자 미배치도 장비작업 반경 내 근로자 출입과 비슷함		



<그림 2> 공사금액별 재해자 수 현황

## 2.2 굴삭기 관련 법령

현재 굴삭기에 관련된 법령은 산업안전기준에 근거하여 차량건설기계로 분류되어 운영되고 있다. 차량 건설기계라 함은 ‘원동기를 내장하고 있는 것으로서 불특정자속에 이동이 가능한 건설기계(제215조)’로 칭하고 있으며, 각각의 법령은 작업계획, 제한 속도, 전도 방지, 접촉 방지, 신호, 이송 등으로 구분되어 정의되고 있다. 내용은 <표 5>와 같다.

## 2.3 굴삭기의 위험 요소와 안전수칙

<표 6> 은 굴삭기작업에서 발생하는 재해발생 요인과 각각의 안전대책을 나타낸 것이다. 굴삭기에 대한 위험 요인은 크게 인적요인, 물적요인, 작업방법상 요인으로 구분되고 있으며, 각각의 요인에 대해 인적요인의 경우 ‘무 자격자 또는 미숙력자 운전’, ‘장비의 회전반경내 접근’, 물적요인은 ‘시계확보를 위한 사이드 미러 파손’, ‘점검 소홀에 의한 장비 파괴’, 작업방법상 요인은 ‘작업공간을 고려하지 않은 급선회’, ‘주용도 외 작업 실시’, ‘장비의 특성을 고려하지 않은 작업’ 등이 세부적인 재해 발생요인으로 꼽히고 있다. 굴삭기 재해 발생에 따른 안전대책의 경우 각각의 경우에 따라 그 내용이 다르게 적용이 되기는 하나 근본적인 문제는 작업자의 안전의식에 대한 의식이 부족한 것에서 비롯된다. 다시 말하면, 작업자가 의식이 고취되어 있을 경우 충분히 사전에 예방을 가능한 경우가 대부분임 알 수 있다. <표 6>에서 제시한 안전 대책 이외의 굴삭기에 대한 일반적인 안전작업방법은 다음과 같다.

<표 4> 굴삭기 유형별 재해 분석

(1999~2003 5년간 굴삭기 중대재해 현황, 2004년 산업안전공단)

구분	주변근로자 재해(69%)					장비기사 재해(31%)					합계
	협착	충돌	낙하	추락	소계	붕괴	전도	감전	기타	소계	
건수	24	15	11	4	54	15	5	1	3	24	78

- ① 숙련된 유자격자에 의한 작업실시
- ② 작업관계자 외 출입 통제  
→장비 암(Arm) 전개거리의 1.5배 이상 이격
- ③ 유도자 배치 및 후진 경보음 작동 확인
- ④ 굴삭, 잔토처리, 이동경로 주변 작업자 출입금지
- ⑤ 용도 외 사용금지
- ⑥ 작업 지휘자 통제하 작업실시
- ⑦ 운전자 운전석 이탈시 엔진정지 및 시건
- ⑧ 운전자 음주금지 및 졸음운전 금지

<표 5> 차량건설기계 관련 법정 규정(일부)

(산업안전기준에 관한 규칙,노동부령제113호일부)

조항		법정 규정
제2관 차량계 건설기 계의 사용에 의한 위험의 방지	- 제220조(제한 속도의 지정)	① 사업주는 차량계건설기계(최고속도가 매시 10킬로미터 이하인 것을 제외한다)를 사용하여 작업을 하는 때에는 미리 작업장소의 지형 및 지반상태 등에 적합한 제한속도를 정하고 운전자로 하여금 이를 준수하도록 하여야 한다.
	- 제221조(전도 등의방지)	① 사업주는 차량계건설기계를 사용하여 작업을 하는 때에는 당해 기계의 전도 또는 전락 등에 의한 근로자의 위험을 방지하기 위하여 노건의 붕괴방지, 지반의 침하방지 및 노폭의유지 등 필요한 조치를 하여야 한다.
	- 제222조(접촉 의방지)	① 사업주는 차량계건설기계를 사용하여 작업을 하는 때에는 운전 중인 당해 차량계건설기계에 접촉되어 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에 근로자를 출입시켜서는 아니 된다. 단, 유도자를 배치하고 당해 차량계 건설기계를 유도하는 때에는 그러하지 아니하다.
	- 제223조(신호)	사업주는 제221조 제2항 및 제222조 제1항 단서의 규정에 의하여 유도자를 배치한 때에는 일정한 신호방법 정해야 하며, 차량계건설 기계의 운전자는 그 신호에 따라야 한다.

## 2.4 굴삭기 위험성평가

현 수준 측정을 위한 <표 7>의 CTQ-y를 핵심품질특성 운영정의를 통해 굴삭기 위험률 저감, 즉, 굴삭기의 안전작업 준수율(%)로 운영정의를 하였다. Y의 현 수준 측정을 위해 DATA 수집은 <표 8>과 같이 진행을 하였다.

대기업 건설현장 15개 현장 굴삭기 안전 작업준수율을 40개 항목으로 안전 관리자 및 관리감독자의 설문조사 결과 <그림 3>과 같이 준수율이 평균 81%로 나타났다. 또한, 현 공정능력 파악 및 목표수준 설정에서 이산형 데이터로 시그마 현 수준은 2.37 시그마였으며, 준수율을 95%로 개선목표로 하여도 3.16시그마임을 알 수 있었다. 이것도 위험성평가 활동을 통한 관리가 이루어 졌을 때 가능한 수준이다. 120억 원 이하 현장규모는 관리적인 면에서 현 상태로는 핵심인자들을 제어하기가 어려운 실정이 예상된다.

그 이유는 <그림 4>핵심원인인자의 도출과정에서 보이듯 관리감독자, 굴삭기 기사들이 굴삭기 안전작업을 준수하지 않는 불안전한 행동이나 상태를 발생 하는 원인을

지식, 기능, 태도 적인 면에서 보았을 때 ‘잘못알고 있는 경우’, ‘귀찮고 괜찮겠지’하는 생각, 관리감독자가 ‘빨리빨리’만 요구하는 것, ‘안전수칙을 무시하는 경우’ 등 제어 가능한 요인도 위험한 상태로 굴삭기 작업이 계속 진행되기 때문이다. 그러므로 법적인 신규교육과 굴삭기 장비특별교육을 시행 할 때 굴삭기 기사들의 대기업현장 경험연수가 적거나 없는 경우에 반드시 지켜야 하는 40개 항목의 굴삭기 작업지침 이행도가 급격히 떨어져 측정 자체가 의미가 없을 정도이다. 즉, 관리되지 않는 현장은 굴삭기 기사들 뿐만 아니라 관리감독자 자체도 사고의 위험을 가지고 있으며, 그것이 위험한 지 조차 모르고 있는 경우, 잘 모르는 경우, 미숙련공, 알면서도 타성에 젖어 지켜지지 않는 경우 등으로 위험이 잠재되어 있다. 그러므로 본 연구를 통해 관리가 되고 있는 현장을 기준으로 핵심원인인자에 대한 개선대안을 찾아 관리능력이 부족한 120억 원 이하 규모의 현장에 적용 할 수 있는 활용 안을 제시하고자 한다. 대기업현장 등 안전 관리가 철저히 진행이 되는 현장에서도 지속적인 교육과 개선 활동을 통하여 개선이 서서히 진행 되고 있기는 하지만 대기업 현장의 소규모 현장이나 중소기업현장의 중, 소규모 현장의 안전관리체계가 미흡한 이유는 매우 낮은 안전지침 준수율과 높은 잠재위험 때문이며, 이로 인한 굴삭기 장비재해는 줄어들지 않고 있는 실정이다. <그림 4>는 굴삭기 작업 준수율에 영향을 미치는 불안전 행동과 불안전 상태를 Logic Tree 를 전개한 것이다. 이를 통해 도출한 잠재 원인인자는 불안전한 행동의 원인이 되는 지식적인 면에서 근본적인 교육의 미흡, 기능적인 면에서 장비기사의 경험미숙에 대한 문제점, 태도적인 면에서 알면서도 귀찮고 빨리 빨리 습관에 의한 지키지 않는 것이 원인임을 알 수 있다. 특히, 불안전상태는 단위현장의 문제점도 있지만 법의 비현실성으로 건설현장에서는 거의 재해가 발생되기 이전에는 적용이 되지 않고 있는 실정이다. 일례로 <표 9>의 2003~2005까지의 3년간 지게차로 인한 중대재해 건수를 살펴보면, 전체 98건 중 80%를 차지하는 78건의 중대재해가 지게차 전도로 인한 기사의 사망 건수임을 알 수 있다. 이를 해결하기 위해 핵심원인인자인 좌석안전띠 미착용으로 인한 재해를 개선하기 위한 대안으로, 2007년 1월 1일 부터 적용한 지게차(Fork Lift) 좌석 안전띠 미착용 시(산업안전기준에 관한규칙) 법적 기준을 개정 하였다.

<표 6> 굴삭기 작업시 발생하는 재해요인 및 안전대책

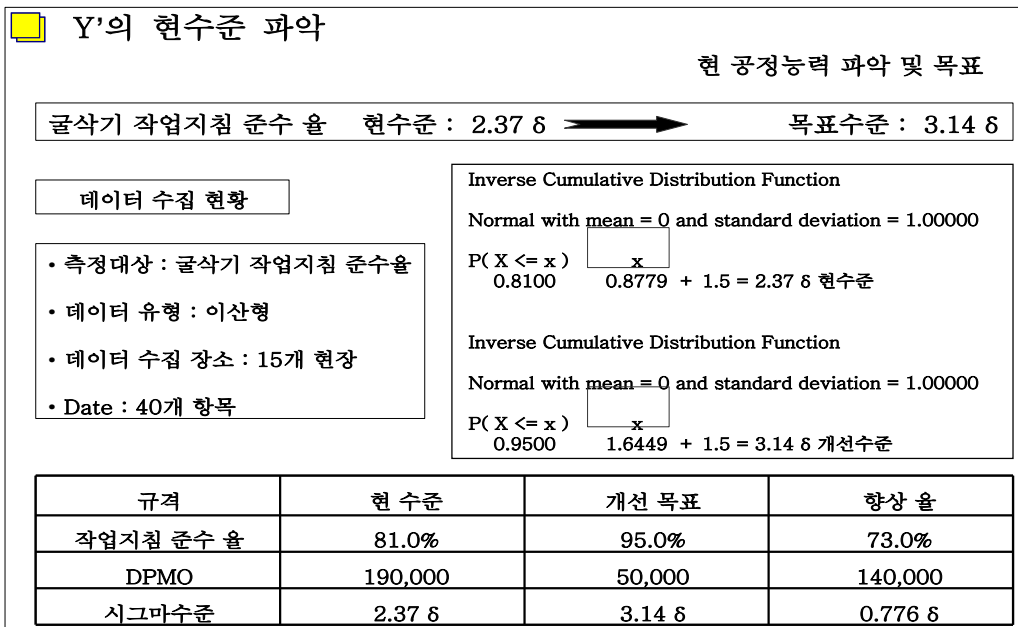
요인	재해발생요인	안전대책
인적요인	무자격자 또는 미숙련자 운전	자격유무 및 숙련도확인
	장비의 회전 반경 내 접근	회전반경 내 접근금지 조치
물적요인	시계 확보를 위한 사이드 밀러 파손	사이드 밀러 설치 및 유지 관리 철저
	점검 소홀에 의한 장비 파괴	주기적인 점검 및 정비 실시
작업방법상 요인	작업공간을 고려하지 않은 급선회	작업계획서 작성, 작업 지휘자 배치
	주용도 외 작업실시	중량물 인양 등 주용도 외 사용금지
	장비의 특성을 고려하지 않은 작업	작업계획서 작성

<표 7> 핵심품질 특성 운영 정의

구분	항목	운영정의	계산식
CTQ-y	굴삭기 작업준수율(%)	굴삭기작업지침 준수율	준수항목수/굴삭기지침, 체크리스트40개 항목

<표 8> DATA 수집

조사내용	산업안전공단	- 굴삭기 재해 통계자료 - 굴삭기 사고사례, 국내 1999~2003년 중대재해 발생 78건
	굴삭기 기사	- 굴삭기안전준수율 40개 항목 설문조사 - 굴삭기기사 의식연구 10개 항목 설문조사
	삼성건설 전사 품질안전팀	- 현장 장비Audit 점검결과(2005년~2010년)
	안전 관리자	상동
	관리감독자	상동
조사대상	굴삭기기사	15개 현장*10=150명
	안전 관리자	15개 현장*2=30명
	관리감독자	15개 현장*3=45명
조사방법	설문조사	굴삭기 40개 항목
		데이터 전송
조사기간	2005.5.1~2005.6.30(2개월 간)	

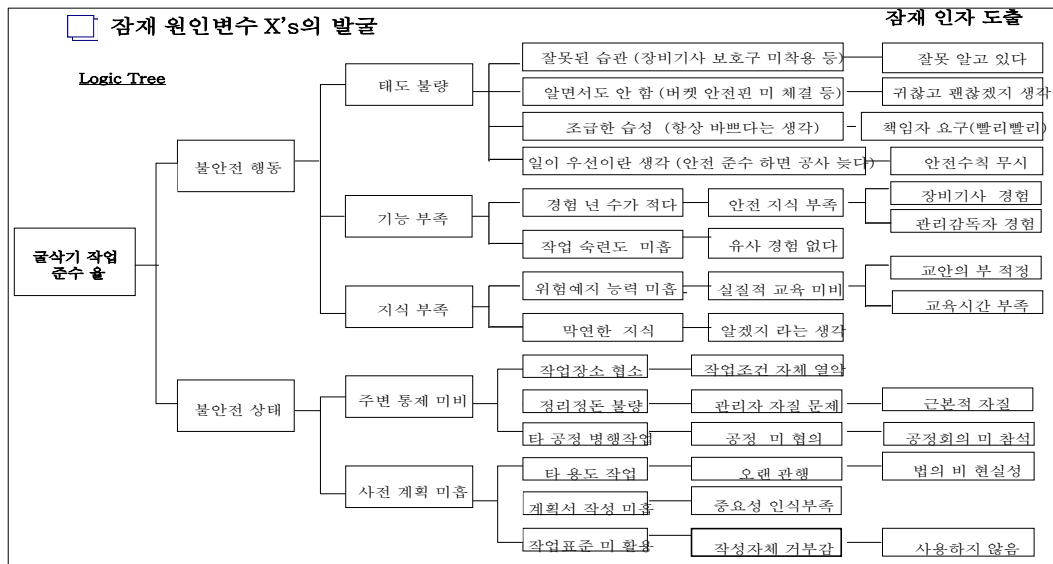


<그림 3> 현 공정능력 파악 및 목표



즉, 3년간의 지게차기사 중대재해 데이터를 기준으로 안전띠라도 착용을 해야 중대 재해를 예방할 수 있다는 정책이었으며, 중대재해 발생하거나 노동부 근로감독관의 현장점검 시 적발이 되면 지게차 기사는 300만 원 이하의 과태료와 사업주는 5년 이하 징역 혹은 5000만 원 이하의 벌금을 물도록 법 개정을 하였다. 하지만 현실에서는 지게차 자체에 좌석 안전띠도 제품자체에 부착이 되지 않았으며, 나아가 법이 개정이 되었는지도 모르는 상태, 그리고 관리감독자나 지게차 기사가 왜 해야 하는지도 모르는 경우가 많았다. 이처럼 많은 산업현장에서는 아직도 위험을 가지고 있고, 법적용이 제대로 운영 되지 않고 있는 것이 현실이다. 잠재원인변수 X's를 관리감독자 8명으로하고, 핵심인자 우선순위 확보를 위한 Multi-Voting을 실시하였다. 그리고 고장유형분석 FMEA를 실시해 잠재위험, 심각도, 검출도에 의한 RPN을 계산하여 잠재원인변수X's를 발굴하였다.

그 결과 즉시 개선이 되는 것은 Quick Fix로 처리하였다. <표 10>은 잠재원인변수 X's의 굴삭기 잠재위험변수에 대한 가설 정의 및 검정 방법을 나타낸 것이다. 카이제곱을 통해 P-value 값을 0.05로 지정하였으며, 이를 통해 채택 여부를 검정하였다. 참고로 <표 11>의 KOSIS 국가통계포털 이슈를 살펴보면 적당히, 쉽게, 눈앞의 이익, 빨리, 안전교육 미흡, 기타 등이 순서로 나타났으며, 이는 <표 10>의 잠재위험변수와 비슷한 양상을 보였다.



<그림 4> 잠재원인변수 X's 발굴 (Logic Tree)

<표 9> 지게차 기사 중대재해

구분	2003년	2004년	2005년	계
지게차 전도, 기사 사망건수	19건	26건	28건	78건

<표 10> 굴삭기 잠재위험 변수 가설 검정

잠재위험변수(X's)	가설정의	검정방법	P-value	유의수준	결과
책임자요구(빨리)	기사 안전작업 이행을	카이제곱	0.000	P<0.05	채택
일이 우선(안전수칙 무시)	TBM등 사전이행 을	카이제곱	0.018	P<0.05	채택
작업조건열악(반경작업)	안전담당자 배치	카이제곱	0.038	P<0.05	채택
법의비현실성(용도외작업)	용도 외 작업지시	카이제곱	0.000	P<0.05	채택
굴삭기기사 유사경험 없다	유사경험 유무	카이제곱	0.000	P<0.05	채택
굴삭기기사 미숙련	경력 연수 및 기능도	카이제곱	0.037	P<0.05	채택
실질적 교육 부재	관리자위험예지 능력	카이제곱	0.000	P<0.05	채택
관리자자질(지식, 기능, 태도)	특히 태도적인 면	카이제곱	0.000	P<0.05	채택

### 3. 굴삭기 재해예방 대책

<표 4>의 굴삭기 유형별 재해 분석 데이터를 보면 굴삭기 재해는 주변근로자가 69%, 장비기사가 31%로 나타난다. 주변근로자의 재해인 협착, ‘충돌’은 대부분이 장비 반경 내 근로자들을 통제하지 않아 발생하는 것이며, ‘낙하’는 굴삭기의 주용도 외 작업 중 버켓 안전핀의 미체결로 인한 버켓 낙하로 인해 발생하는 재해이다. ‘추락’은 버켓에 근로자가 탑승하여 작업 중 버켓이 탈락하여 발생한 것이다. 반면에 장비기사 재해는 대부분이 붕괴, 전도에서 나타났는데, 연약지반이나 굴삭기 허용제원을 벗어난 무리한 작업으로 굴삭기 전도시 안전띠 미착용으로 기사가 장비에 협착되는 재해가 대부분이다. 감전재해는 지중 및 가공된 전기선과 간섭되어 발생하는 재해이다. 이러한 재해유형들이 반복적으로 발생이 되고 있으므로, <표 13>과 같은 굴삭기 잠재위험 변수의 개선대안을 브레인스토밍을 실시하였다.

브레인 스토밍을 통해 각각의 필요인자의 잠재위험변수에 대한 예방대책대안인자를 쉽게 도출 할 수 있었다. 하지만 120억 이하 소규모현장에 적용을 하기 위해서는 보다 국가적인 차원의 대책이 필요하므로, <표 11>의 굴삭기 잠재위험개선사례도출을 통해 ‘안전수칙 부착’, ‘용도 외 작업지침 개정’ 및 ‘굴삭기 후방감시 카메라 부착’등의 범제화, 기능적으로 숙달을 시키기 위한 전문적인 국가적 교육 및 굴삭기버켓 안전핀의 색채표식, 미조치에 대한 범적용 등의 구체적인 정비의 필요성과 안전 장치류의 현실성 있는 안전수칙(MSDS개념)부착 의무화가 필요하다는 결과를 얻었다.

본 연구에서는 대기업 공사금액 300억원 이상의 건설현장을 중심으로 현장개설에서 부터 준공시 까지 굴삭기 장비 투입 및 사용에 걸쳐 굴삭기 위험률 저감과 현장위험성 평가 활동을 통한 안전성을 확보를 위해 작성이 되었다. 지게차 사례 및 굴삭기 전도에서 나타난 안전띠 미착용으로 인한 재해와 굴삭기버켓 안전핀을 체결하지 않아 발생하는 낙하 및 추락 재해는 매년 반복적으로 발생이 되고 있는 상황이다. 하지만 이러한 재해는 공사비 300억 원 이상 규모의 현장에서도 관리가 소홀하면 발생할 가능성이 높은 위험요소이다. 더욱이, 공사비와 안전관리비등과 같은 재정적인 뒷받침이

잘되지 않는 공사비 120억 원 이하의 소규모 현장에서는 위험도가 더욱 높은 실정이므로 소규모 건설현장에서도 적용이 될 수 예방대책 마련에 대한 연구가 꾸준히 이루어져야 한다고 생각한다. 위에서 제시한 재해예방을 위한 개선 방안은 어떠한 규모의 굴삭기를 사용하는 현장에서도 적용을 할 수 있도록 표준화 및 공유가 되어야 한다는 것이다. 이를 위해서는 정부와 관련 학회 및 사업주 등이 협조하여 실질적인 교육 및 장비점검 시스템, 그리고 실용적인 법제도의 정착이 필요하다. 뿐만 아니라, 건설기계협회의 변화 및 장비기사의 질적인 성장과 근로를 보장 할 수 있는 제도마련, 장비검사제도의 실질적인 안전장치 보완 등이 필요하다. 2008년 한해에 15건의 중대재해를 기준으로, 등록된 굴삭기 110,312대(2008년 12월말 현재) 대비 발생한 중대재해의 확률은 15건\*330회=4,950회/연간, 평균 1회/22대이다. 이 확률은 어떤 현장에서도 가지고 있는 현실이며, 단위현장의 안전관리도 중요하지만 노동부, 산업안전보건공단, 건설기계협회, 사업주, 건설, 안전학회 및 학교 등의 협력을 통한 재해예방 대책을 세워야 할 것이다. 그러므로 본 연구를 통해 다음 3가지 법적 제도 보완을 제시하고자 한다.

<표 11> KOSIS 국가통계포털,이슈별 통계, 2008.  
(우리나라 사람들의 안전의식 수준이 낮은 이유, 15세 이상 연구)

구분	%	비고
적당히, 쉽게 처리 하려는 경향	39.5	
눈앞의 이익만 추구	27.6	
빨리 빨리 서두르는 습관	21.8	
안전교육의 미흡	10.6	
기타	0.5	

<표 12> 굴삭기 잠재위험 변수 개선방향

구분	인자	개선방향	비고	
1	책임자 요구 (빨리 빨리)	대안인자	굴삭기 작업량표준화로 사전계획	브레인 스토밍
2	일이 우선 (안전수칙무시)	대안인자	협력사 임원 일일안전담당자제도	
3	작업조건 열악 (반경 내 작업)	대안인자	굴삭기 후방감시카메라 설치 예	
4	범해석 난이 (용도 외작업)	대안인자	산업안전기준규칙 (차량계건설기계 등) 용도 외 작업지침	
5	굴삭기기사 유사경험 무	대안인자	굴삭기기사 신규채용교육시 기능시험	
6	실질적 교육 부재	대안인자	실질적인 안전교육 교안제작	
7	관리 감독자자질	대안인자	협력사관리감독자 법적교육 실시	

<표 13> 굴삭기 개선사례 도출 예시

실행안	예시	법제화 내용
굴삭기 안전수칙 부착	굴삭기 버킷안전핀 체결! 1분이 평생안전! 등	구체적 수칙부착
용도 외 작업지침 개정	구체적인 용도의 작업 기준 및 지침 마련	용도외 작업 구체적 지침
굴삭기 후미감시 설치	굴삭기 후방감시 카메라 설치	작용 법제화
버킷안전핀 부착	버킷안전핀 부착(청색 등식별 용이)	과실과 미필적 고의의 구분

### 3.1. 굴삭기 장비 안전장치 및 검사,보험 및 법적 책임소재 개선 방향

현행 검사제도는 굴삭기가 타이어식인 경우(궤도식 제외)에만 1년에 한번 씩 차량등록사업소에서 건설기계관리법에 의한 등록, 검사 및 점검을 실시하고 있으나, 궤도식인 경우는 제외되어 2009년부터 다시 제도가 환원 되었다. 궤도식의 경우는 궤도부분의 볼트나 연결부분이 탈락이 되어 장비가 전도되는 경우가 많으나, 건설현장 이동시에는 정비확인이 되지 않고 있으며, 정비고장시에만 수리를 한다. 그리고 안전 장치류에 후방감시카메라 부착. 현재 생산되는 제품은 옵션으로 부착이 되어 나오고 있으나 법적 규제는 없는 상황이다. 버킷 안전핀의 경우도 청색 도장 등으로 식별이 쉽도록 하거나 장비에 반드시 밀착되는 방안, 좌석안전띠 부착 확인 등의 규제를 보완해야 한다. 그러므로 건설기계 협회 등에서 전문적인 장비점검 및 검사를 할 수 있는 조직을 갖추었으면 한다. 아울러 재해발생 시에 책임한계에 대한 법적 의무를 구체화하는 방안도 제시해 본다. 우선 사업주를 구분할 때 건설기계 차주뿐만 아니라 장비를 임대해서 사용하는 사용자측까지도 사업주에 포함을 시키는데, 이는 사용자 측에서 법적 교육을 시키고 관리를 한다는 것에서 그 의미는 좋다고 생각되나, 차주 및 장비기사의 정비 불량 으로 인해 발생한 기능상 문제까지 사용자 측에 책임을 전가 하다 보면 실제로 장비를 임대해 주는 장비 차주들은 장비 점검 및 정비에 투자를 게을리 할 여지가 많다. 실제로 굴삭기에 정비하고 기름칠 깨끗이 해서 이동하는 장비는 보기가 힘든 실정이다. 아울러 장비반경내 근로자 접근으로 인한 재해의 근원적인 예방을 위해 레이저 센서를 이용한 굴삭기 작업의 장애물 탐지 요소개발 등의 연구도 필요하다.

### 3.2. 굴삭기 등 장비기사, 차주 산업안전보건공단, 기계 협회, 안전기관 등 필수교육이수 방안

굴삭기 장비기사 등 장비기사들의 법적인 내용과 사고사례, 안전사고 예방 대책, 장비제원 등을 실질적인 체험위주의 교육을 법적인 필수 요건으로 하는 방안을 제시해 본다. 대부분의 사고 원인은 ‘잘 몰라서’, ‘기능이 떨어져서’, ‘알면서도 하지 않는 것’이다. 이러한 핵심원인을 제어하기 위해 서는 법적인 책임에 대한 내용, 사고사례와 대책, 기능숙달교육 등을 필수로 이수하게 하는 방안 등이 필요하다고 본다. 대규모 현장에서는 신규교육, 특별교육 등을 실시하고는 있지만 강사의 자질에도 차이가 많다. 특히 공사비 120억 원 이하 규모 현장에서는 교육 자체가 어렵고 중점교육을 시키

지 못해 굴삭기 등의 장비 기사들은 교육 혜택을 전혀 받지 못하고 있는 상황이다. 현장에서 위험한 작업지시에도 작업을 하는 것은 법적인 책임과 안전작업 이행에 대한 본인들의 권한에 대해서도 모르는 경우가 많기 때문이다. 굴삭기의 경우 2008년 12월 현재 건설기계협회에 등록된 대수는 약 11만대인 것에 비해 면허증 소지자 16여만 명이다. 이는 실제 도시별 가동률인 70~85%에 미치지 못하는 수치로, 경험이 적고 임금이 낮은 굴삭기 기사들도 참여를 하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이들을 위한 실질적인 교육이 필요한 시점이다. 사고사례에서 보듯이 지속적인 반복재해가 매년 비슷한 수준으로 발생이 되나 근본적인 개선 방향은 제시되지 않고 있으며, 지게차처럼 부분적인 법 개정에도 관리감독자도 모르는 경우가 많다. 장비기사들은 보통 대기업현장에서 교육을 받아서 알 수 있지만, 차주들에 대한 교육은 없는 상황이다. 사용자측 사업주는 법적으로 안전보건관리책임자, 안전보건관리총괄책임자 등의 교육을 받지만 장비를 임대하는 차주들은 교육을 받지 않고 법적으로 장비기사 교육 책임도 없으므로, 차주들에 대한 안전공단 및 협회의 교육 및 법적 규제가 필요하다. 그리고 법적인 안전장치들에 대한 내용과 차주와 사용자 간의 협의 등이 법적으로 책임소재가 정립이 되어야 한다. 예를 들면 굴삭기 규격별 장비제원을 초과하여 작업지시를 하는 경우에 당연히 운전원이 거부를 하여야 하는 권리를 침해 않도록 하는 법적 규정 등이 계약서 등의 서면적인 조치가 필요하다.

#### 4. 결 론

산업재해의 근본적인 원인은 국가적인 사회적 관심의 영향력과 제도상의 문제점이다. 현재 정부나 기업에서 안전사고로 인한 재해 손실을 줄이는 위해 위험성평가제도 등과 같은 다양한 활동을 실시하고 있지만 최근 10여 년간 재해율은 변하지 않은 것이 현실이다. 공사비 300억 원 이상의 대형 건설시공의 경우 현장 위험을 제거하기 위해 6시그마와 같은 활동을 통해 개선안 도출, 안전지침 등이 만들어져 표준화 및 공유, 나아가 성과를 달성하고 있지만, 단위 현장을 종료하고 새로운 현장을 개설할 때에는 다시 이러한 절차를 시작해야 하는 문제점이 있다. 대기업의 경우 전사 차원에서 매뉴얼을 계속 개선하고, 현장 통제를 통해 관리자교육 및 개선활동을 실시하나, 단위현장의 경우 조직구성원의 자질에 의해서도 좌우가 되므로, 개개인이 정해진 프로세스를 준수하고 노력해서 개선해 나가야 한다. 공사비 120억 원 이하의 규모 현장의 경우 위험성 감소를 위해 관련 실무자, 장비 차주, 장비기사들에게 자질 향상과 안전의식 고취를 위한 법적 필수교육 이수 및 장비 검사제도 등을 도입하여야 한다. 나아가, 법을 준수하지 않는 경우 반드시 불이익이 제공하여 안전수칙을 준수하는 사람들이 손해를 보지 않도록 해야 한다. 사회 모든 분야와 마찬가지로 준수 하지 않는 법은 재해를 줄일 수 없다. 따라서, 명실상부한 선진국의 대열에 오르기 위해서는 산업재해율의 혁신적인 저감이 필요하며, 대한민국 모든 국민의 안전과 생명의 존엄성을 가질 수 있는 법적용의 형평성과 국민 개개인의 준법정신을 건설현장의 장비 안전부터 하나씩 개선해 나가야 하겠다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 강영식 외 3인, “산재원인을 최소화하기 위한 예방인자 및 전략의 우선순위 평가에 관한 연구” 대한안전경영과학회지 제10권제4호, 2008년.
- [2] 강철호, “충돌재해 반으로 줄입시다” 한국산업안전보건공단, 교재자료개발, 2008.
- [3] “건설 기계 등록현황 통계” 건설기계 협회 건설인력 기재과, 2009.
- [4] 권순광, “굴삭기를 이용한 돌쌓기 장치 개발” 유공압시스템학회 논문집, 2008.
- [5] 노동부(2007.1.1) 산업안전기준에 관한 규칙 개정, 지게차 좌석안전띠 개정 법 고시
- [6] 박윤규, “지게차 재해분석과 예방에 관한 연구” 명지대학교 박사학위 논문, 2003.
- [7] 박종근, “건설공사의 중대재해 원인분석에 관한 연구”, 한국안전학회지, 제12권 제4호, 1997.
- [8] “산업재해 현황 2004~2008년”, 노동부 산업안전보건국,
- [9] “소규모건설현장의 건설 안전 길잡이.” 산업안전보건공단, 건설 분야 기술자료, 2007.
- [10] 서종민, “굴삭기 안전사고 저감방안 연구” 한국건축시공학회논문집, 2008.
- [11] 소지윤, “레이저 센서를 이용한 굴삭기 작업의 장애물 탐지 요소기술 개발” 한국건축시공학회논문집, 2008.
- [12] 이경석, “건설기계의 시공안전기준(지침)제정에 관한 연구.” 한국과학기술정보연구원, 2005.
- [13] 이태우 외 2인, “중소기업 위험업종의 안전관리실태 조사, 분석.” 대한안전경영과학회지, 1998.
- [14] 장두석, “굴삭기 시장의 최근 동향과 전망.” 산은경제연구소, 2009.
- [15] 통계청, “우리나라 사람들의 안전의식 수준이 낮은 이유(15세 이상 연구)” KOSIS 국가통계포털, 이슈별 통계, 2008.

## 저 자 소 개

### 이 용 수



중앙대학교 건축학과 졸업, 명지대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 현재 삼성물산 건설부문 소속으로 안전 및 건설시공, 건설안전 기술사 업무를 하고 있다. 주요관심분야는 건설안전분야, 산재관련 업무, 안전 교육학 등이다.

주소: 충북진천군 광혜원면 국가대표훈련원현장 삼성물산 안전팀

**강 용 탁**



경희대학교에서 석사, 명지대 산업공학과에서 박사학위 취득하였다. 관심분야는 건설안전이며, 현재 대한산업안전협회 건설안전본부 재해예방팀 전문위원으로 근무 중이다.

주소: 경기도 용인시 중동 백현마을 롯데캐슬아파트 2001-1203호

**김 진 수**



명지대학교 산업공학과에서 공학박사를 취득하였으며, 현재 경희대학교 테크노경영대학원 건설안전경영학과 학과장, 행정안전부 공기업평가위원, 한국과워발야구협회 상임감사로 재직 중이다. 관심분야는 건설안전 위험성 평가이다.

주소: 서울 송파구 문정동 올림픽훼미리아파트 309동1201호

**김 창 은**



고려대학교에서 학사를 취득하였으며, 미국 Texas A&M에서 석사 및 박사를 취득하였다. 현재 명지대학교 산업경영공학과에 교수로 재직 중이다. 관심분야는 TPM, TPS, BSC 등이 경영혁신 분야이다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 제 1공학관 520호